

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-026190

(43)Date of publication of application : 29.01.1999

(51)Int.Cl.

H05H 1/46
 C23C 14/54
 C23C 16/44
 C23C 16/50
 C23F 4/00
 H01L 21/205
 H01L 21/3065
 H01L 21/31

(21)Application number : 09-179637

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 04.07.1997

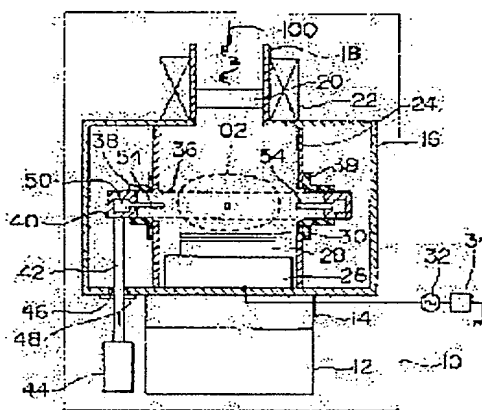
(72)Inventor : ISHIGURO KOJI
 SETOYAMA HIDETSUGU
 SEKI HIROBUMI
 MURAKAMI HAJIME

(54) PLASMA PROCESSING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To vary a distance between a processing gas supply port and a processing object.

SOLUTION: A wafer 30 is arranged in an inner chamber 24 in a reaction chamber 16, and processing gas is introduced through a ring-shaped plate 40 and a nozzle 54. A microwave 100 imparted with a magnetic field by a coil to a microwave introduced to a waveguide 18, is irradiated to the inner chamber 24 to generate ionized plasma 102. A formed film is accumulated on the wafer 30 by reaction of the ionized plasma 102 with processing gas. Here, when an air cylinder 44 is reciprocated, the nozzle 54 moves vertically and a distance between the nozzle 54 and the wafer 30 is adjusted to an optional value.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The vacuum housing which contains a processing object while storing raw gas, and a raw gas supply means to be arranged movable in accordance with the shaft orientations of a vacuum housing at said vacuum housing, and to supply raw gas in said vacuum housing from a raw gas feed hopper, A plasma production means to give a magnetic field to an electromagnetic wave and to make the plasma of said raw gas generate in said vacuum housing while irradiating with an electromagnetic wave in said vacuum housing, Plasma treatment equipment equipped with a raw gas feed hopper adjustment means to move said raw gas supply means and to adjust the distance of said processing object and said raw gas feed hopper.

[Claim 2] It is plasma treatment equipment according to claim 1 which the raw gas supply means is arranged possible [the reciprocation to the shaft orientations of a vacuum housing] along with the wall surface of said vacuum housing, and is equipped with the driving means to which a raw gas feed hopper adjustment means carries out both-way actuation of said raw gas supply means along with the wall surface of said vacuum housing at the shaft orientations of a vacuum housing.

[Claim 3] Plasma treatment equipment [equipped with a blinding detection means to supervise the amount of supply of the raw gas supplied in a vacuum housing from a raw gas feed hopper, and to detect the blinding of said raw gas feed hopper from change of the total amount] according to claim 1 or 2.

[Claim 4] The annular raw gas installation way which a raw gas supply means is annularly formed along with the wall surface of said vacuum housing, and introduces the raw gas from the source of raw gas, It consists of two or more nozzles which are distributed and connected to an annular raw gas installation way, and inject the raw gas in a raw gas installation way in a vacuum housing. The ratio of the conductance of a raw gas installation way and the conductance of each nozzle is plasma treatment equipment according to claim 1, 2, or 3 set as the value larger enough than the conductance ratio between each nozzle.

[Claim 5] Two or more nozzles are plasma treatment equipment according to claim 4 currently fixed to the wall surface of an annular raw gas installation way by the conclusion member free [attachment and detachment].

[Claim 6] Plasma treatment equipment according to claim 4 characterized by having the driving means which carries out both-way actuation of the annular plate which has an annular raw gas installation way.

[Claim 7] Plasma treatment equipment according to claim 4 characterized by the annular plate which has an annular raw gas installation way being fixed by the conclusion member free [attachment and detachment].

[Claim 8] The conclusion member which fixes two or more nozzles, respectively is plasma treatment equipment according to claim 4 or 5 with which it has a shaft-like fixed part, a junction-on raw gas installation way of said fixed part side consists of taper-like thread parts, and the orifice which connects nozzle insertion opening, nozzle insertion opening, and a raw gas installation way is formed in the axial center of said fixed part.

[Claim 9] Two or more nozzles are plasma treatment equipment according to claim 4, 5, or 8

which is the thing of the construction material equivalent to an insulating material, and is constituted.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to plasma treatment equipment, and relates to suitable plasma treatment equipment to supply the raw gas optimal at the time of membrane formation and cleaning of the material non-forming membranes in a vacuum housing in the process especially processed among semi-conductor production processes using plasma, such as plasma etching, ion doping, plasma-CVD membrane formation, and spatter membrane formation.

[0002]

[Description of the Prior Art] As plasma treatment equipment, what is indicated by JP,8-882205,A is known, for example. In the former and this kind of plasma treatment equipment While both irradiating an electromagnetic wave in a vacuum housing as if raw gas is supplied in a vacuum housing (chamber), give a magnetic field to an electromagnetic wave and the plasma of raw gas is generated in a vacuum housing. Forming an insulator layer 2, for example, SiO₂, on a silicon substrate, or removing the insulating material which was made to generate F radical in a vacuum housing using the gas for cleaning and NF₃ as raw gas, and adhered to the wall surface of a vacuum housing is performed.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As plasma treatment equipment, reduction of always more early processing speed, the uniform higher processing engine performance (membrane formation engine performance, cleaning engine performance), and maintenance time amount and improvement in a throughput are called for. However, although the feed hopper of raw gas is prepared in one place or two or more places with the conventional technique, since any feed hopper is being fixed, in each process, it is impossible to arrange the location of a raw gas feed hopper (nozzle) in the optimal location. In order to ask for the location of the optimal raw gas especially at the time of process development, if the locations of a raw gas feed hopper differ, it is necessary to prepare many vacuum chambers and to repeat an experiment, and time amount and costs required for process development will become huge. Moreover, if the location of a raw gas feed hopper is being fixed, time amount will be taken to exchange two or more raw gas feed hoppers by maintenance especially, and a running cost will become high.

[0004] The object of this invention is to offer the plasma treatment equipment which can make adjustable the location of the raw gas feed hopper which supplies raw gas in a vacuum housing.

[0005]

[Means for Solving the Problem] The vacuum housing which contains a processing object while this invention stores raw gas, in order to attain said object, A raw gas supply means to be arranged movable in accordance with the shaft orientations of a vacuum housing at said vacuum housing, and to supply raw gas in said vacuum housing from a raw gas feed hopper, A plasma production means to give a magnetic field to an electromagnetic wave and to make the plasma of said raw gas generate in said vacuum housing while irradiating with an electromagnetic wave in said vacuum housing, Plasma treatment equipment equipped with a raw gas feed hopper adjustment means to move said raw gas supply means and to adjust the distance of said

processing object and said raw gas feed hopper is constituted.

[0006] It faces constituting said plasma treatment equipment, and the following elements can be added.

[0007] (1) The raw gas supply means is arranged possible [the reciprocation to the shaft orientations of a vacuum housing] along with the wall surface of said vacuum housing, and the raw gas feed hopper adjustment means is equipped with the driving means which carries out both-way actuation of said raw gas supply means along with the wall surface of said vacuum housing at the shaft orientations of a vacuum housing.

[0008] (2) It has a blinding detection means to supervise the amount of supply of the raw gas supplied in a vacuum housing from a raw gas feed hopper, and to detect the blinding of said raw gas feed hopper from change of the total amount.

[0009] (3) The annular raw gas installation way which a raw gas supply means is annularly formed along with the wall surface of said vacuum housing, and introduces the raw gas from the source of raw gas, It consists of two or more nozzles which are distributed and connected to an annular raw gas installation way, and inject the raw gas in a raw gas installation way in a vacuum housing. The ratio of the conductance of a raw gas installation way and the conductance of each nozzle is set as the value larger enough than the conductance ratio between each nozzle.

[0010] (4) Two or more nozzles are being fixed to the wall surface of an annular raw gas installation way by the conclusion member free [attachment and detachment].

[0011] (5) It has the driving means which carries out both-way actuation of the annular plate which has an annular raw gas installation way.

[0012] (6) The annular plate which has an annular raw gas installation way is being fixed by the conclusion member free [attachment and detachment].

[0013] (7) The conclusion member which fixes two or more nozzles, respectively has a shaft-like fixed part, a junction-on raw gas installation way of said fixed part side consists of taper-like thread parts, and the orifice which connects nozzle insertion opening, nozzle insertion opening, and a raw gas installation way is formed in the axial center of said fixed part.

[0014] (8) Two or more nozzles are the things of the construction material equivalent to an insulating material, and are constituted.

[0015] Since according to the above mentioned means a raw gas supply means is moved and the distance of a processing object and a raw gas feed hopper was adjusted, the location of a raw gas feed hopper can be adjusted to the location of arbitration, and supply of the optimal raw gas is attained in each process.

[0016] Moreover, since the amount of supply of the raw gas supplied in a vacuum housing from a raw gas feed hopper is supervised and he is trying to detect the loading of a raw gas feed hopper from change of the total amount, it becomes possible about the membrane formation performance degradation and the defective by the uneven gas supply resulting from loading being generated to prevent beforehand. Furthermore, since the ratio of the conductance of a raw gas installation way and the conductance of each nozzle is set as a sufficiently bigger value than the conductance ratio between each nozzle, it can supply raw gas to homogeneity to a processing object, and can obtain the membrane formation engine performance uniform enough. Moreover, since the conclusion member is fixed free [attachment and detachment], the time amount which exchange of a nozzle takes is shortened and a nozzle can aim at reduction of maintenance time amount.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, 1 operation gestalt of this invention is explained based on a drawing.

[0018] Drawing 1 is important section drawing of longitudinal section of the plasma treatment equipment in which 1 operation gestalt of this invention is shown. In drawing 1, plasma treatment equipment is equipped with the plasma treatment room 10, and the exhaust air section 12 equipped with the exhaust air pump is formed in the plasma treatment room 10. On the exhaust air section 12, the reaction chamber 16 is formed through the gate valve 14. The waveguide 18 arranged along the direction of a vertical is connected to the upper part side of a reaction chamber 16, it is equipped with a dielectric 20 in a waveguide 18, and the outside of a

waveguide 18 is equipped with the coil 22.

[0019] The inner chamber 24 formed on the cylinder is contained by the center section in a reaction chamber 16. This inner chamber 24 is arranged over head lining from the floor of a reaction chamber 16, and the interior is maintained at the vacua as a vacuum housing. HORUTA 26 is being fixed to the pars-basilaris-ossis-occipitalis side in the inner chamber 24, the substrate electrode 28 is fixed on a holder 26, and the wafer 30 used as a processing object is laid on the substrate electrode 28. The substrate electrode 28 is connected to the matching box 34 through the high frequency bias power supply 32.

[0020] Two or more slits 36 for nozzle insertion are formed in the wall surface of the inner chamber 24 along the hoop direction. Two or more guides 38 are being fixed to inner chamber 24 about 36-slit peripheral face possible [reciprocation] in accordance with the shaft orientations of the inner chamber 24. Each guide 38 is formed in the L type configuration, and the cyclic plate 40 in a circle is being fixed to the head side of each guide 38. The air cylinder 44 is connected to the end by the side of the pars basilaris ossis occipitalis of the cyclic plate 40 through the shaft 42. The part projects outside a reaction chamber 16 from the wall surface of a reaction chamber 16, and the shaft 42 is connected to the air cylinder 44 arranged outside a reaction chamber 16. And it is supported by the wall surface of a reaction chamber 16 free [reciprocation] with the bracket 48 through O ring 46 the middle of a shaft 42. An air cylinder 44 can reciprocate the cyclic plate 40 now in accordance with the shaft orientations of the inner chamber 24 as a driving means through a shaft 42. That is, the air cylinder 44 and the shaft 42 are constituted as a raw gas feed hopper adjustment means to reciprocate the cyclic plate 40.

[0021] The reservoir section 50 in a circle which constitutes a raw gas installation way is formed in the interior of the cyclic plate 40. The part by the side of the periphery of the reservoir section 50 is connected to the gas bomb which stores raw gas, and two or more nozzles 54 are arranged along the hoop direction at the inner circumference side of the reservoir section 50. Each nozzle 54 is being fixed to the cyclic plate 40 free [attachment and detachment] through the nozzle fixed metallic ornaments 52, as shown in drawing 2 . As a conclusion member, it has a fixed part 56 and the taper-like thread part 58 is formed in the edge of a fixed part 56, this thread part 58 is concluded with the thread part of the reservoir section 50, and the nozzle fixed metallic ornaments 52 are being fixed to the cyclic plate 40 free [attachment and detachment]. The nozzle insertion opening 58 and an orifice 60 are formed in the interior of this fixed part 56 in accordance with shaft orientations. The nozzle insertion opening 58 is open for free passage with the reservoir section 50 through an orifice 60, and the nozzle insertion opening 58 is equipped with the back end side of a nozzle 54. The nozzle fixed metallic ornaments 64 are concluded by the thread part of the head side periphery of a fixed part 56, and it is equipped with O ring 62 at the head of a fixed part 56. The nozzle 54 is being fixed to the fixed part 56 free [attachment and detachment] by the nozzle fixed metallic ornaments 64 through O ring 62. The raw gas feed hopper 66 is formed in the head side of each nozzle 54, and each nozzle 54 is inserted into the inner chamber 24 from each slit 36. And from the raw gas feed hopper 66 of each nozzle 54, the raw gas by which immediate is carried out from a gas bomb is injected. That is, a guide 38, the cyclic plate 40, the nozzle fixed metallic ornaments 52 and 64, and a nozzle 54 are constituted as a raw gas supply means.

[0022] Moreover, the orifice 60 is formed in tubed [with a diameter / of 0.5mm / (mm), and a die length of about 20mm / long and slender], and the reservoir section 50 is formed in the cross section of about 5x5mm, and die length of about 1200mm, and can supply uniform gas now to a wafer 30 by enlarging the ratio of the conductance (inverse number of passage resistance) of the reservoir section 50, and the conductance of the nozzle 54 containing an orifice 60. Namely, the raw gas stored in the reservoir section 50 can supply now the ratio of the conductance of the reservoir section 50, and the KONTAKU wardrobe of each nozzle 54 to each nozzle 54 by making it larger enough than the conductance between nozzles at homogeneity. In this case, as shown in drawing 3 , when the number of the nozzles 54 prepared in the inner circumference of the cyclic plate 40 is set to n, it sets to Q1 the quantity of gas flow injected from the nozzle 54 located most in near at a gas bomb (gas inlet) and the quantity of gas flow injected from the nozzle 54 located most in the distance is set to Qn, flow rate $Qn/Q1$ serves as a property as

shown in drawing 3 (b). The die length of a nozzle 54 is set to L, the relation between nozzle several n and flow rate Q_n/Q_1 is calculated by making L into a parameter, and it expresses with drawing 3 in property drawing. Here, if the number of nozzles per round is considered to be about 20, as for flow rate Q_n/Q_1 , 99% or more of homogeneity will be acquired by $L = 20\text{mm}$.

[0023] Moreover, the cyclic plate 40 is connected to the gas bomb 70 through the raw gas supply pipe 68, as drawing 4 shows. The pressure-control mold mass flow meter 72 and a valve 74 are formed in the middle of the duct of the raw gas supply pipe 68. The pressure-control mold mass flow meter 72 is equipped with a flow meter 76, a manometer 78, a transducer 80, the proportion computing element 82, drive 84, and the adjustable flow rate bulb 86, and is constituted. The pressure-control mold mass flow meter 72 generates a feedback signal, in order to ask for the difference of reference pressure and measured value and to control this difference to 0 so that the pressure in a reaction chamber 16 may turn into a desired pressure, and it controls the opening of a bulb 86 by this feedback signal. Specifically the pressure of the raw gas feed hopper 68 is measured with a pressure gage 78, this measurement value is changed into an electrical signal by the converter 80, the output signal and reference value of a converter 80 are compared in the comparison-operation machine 82, and the feedback control signal according to the difference of measured value and reference pressure is outputted to drive 84. And the opening of a bulb 86 is adjusted according to the feedback signal by actuation of drive 84, and the pressure in a reaction chamber 16 maintains a desired pressure. Moreover, the detection output of the flow meter 76 which detects the flow rate of the raw gas in the raw gas supply pipe 68 is supplied to the control unit 92 through the flow rate-electric transducer 88. In a control unit 90, the output signal of a converter 88 is inputted, when the total flow and the reference value of raw gas which flow the raw gas supply pipe 68 based on the inputted signal are compared and change of the total flow (total amount) to the total flow exceeds a reference value, an alarm is outputted and a user is told about a nozzle replacement stage. That is, the flow meter 76, the converter 88, and the control unit 90 are constituted as a blinding detection means to detect the blinding of a nozzle 54.

[0024] In the above-mentioned configuration, if microwave 100 is introduced from a waveguide 18 and this microwave 100 is irradiated in the inner chamber 24 through a dielectric 20, a magnetic field with a coil 22 is given to microwave 100, in the magnetic-field-intensity field beyond electron cyclotron resonance (ECR) boundary condition, resonance excitation of the raw gas in the inner chamber 24 will be carried out, and a lot of electrons will be emitted in the inner chamber 24. electronic bleedoff -- the inside of the inner chamber 24 -- electromagnetism -- the plasma 102 is formed, it reacts with the raw gas in the inner chamber 24, and a reaction membrane formation object accumulates on a wafer 30. If SiH_4 (silane) is supplied as raw gas and O_2 is supplied from other gas bombs from a gas bomb 70 at this time, the reaction of $\text{SiH}_4 + \text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ will arise and membrane formation by SiO_2 will carry out sequential deposition on a wafer 30. In addition, since high-frequency power is introduced into the substrate electrode 28 from the high frequency bias power supply 32 at this time, bias membrane formation is performed.

[0025] In the case of the ECR plasma, the physical relationship of a wafer 30, an ECR side and the raw gas feed hopper 66 of a nozzle 54, and a wafer 30 has big effect on the membrane formation engine performance and a device damage. Then, while moving an air cylinder 44 in each process and adjusting the distance of the nozzle feed hopper 66 of a nozzle 54, and a wafer 30 in this operation gestalt Since the amount of energization of a coil 22 is changed and he is trying to change magnetic field intensity to arbitration, while being able to set up the location of the optimal ECR side in each process By supplying raw gas near the ECR field, it becomes possible to decompose raw gas efficiently, and can contribute to improvement in the membrane formation engine performance.

[0026] On the other hand, since it is necessary to remove uniformly and promptly affixes, such as a quartz of inner chamber 24 wall surface which adhered at the time of membrane formation, it is necessary to make homogeneity generate F radical in the inner chamber 24 in the cleaning process using NF_3 as raw gas. That is, although it is promptly exhausted in a reaction chamber 16 with the exhaust air pump of the exhaust air section 12 after F radical stays that the location

of the raw gas feed hopper 66 of a nozzle 54 is the same as the time of membrane formation at about 30 wafer at the time of cleaning, the rate which stays at the wall surface of the inner chamber 24 falls. So, with this operation gestalt, in order to make the location of the raw gas feed hopper 66 of a nozzle 54 into the direction on a wafer 30 rather than the time of membrane formation, it is carrying out to moving a nozzle 54 to the direction above the time of membrane formation by actuation of an air cylinder 44. Thereby, homogeneity can be made to generate F radical in the inner chamber 24 in the inner chamber 24, and affixes, such as a quartz adhering to the wall surface of the inner chamber 24, can be removed uniformly and promptly.

[0027] In said operation gestalt, although the thing using O ring 46 as the seal approach of the shaft 42 of an air cylinder 44 is shown, as the seal approach, a thing screw-thread type [, such as a ** low type and VCO,] can also be used instead of O ring 46. Moreover, immobilization with the cyclic plate 40 and a shaft 42 can form not only one place but two or more shafts 42, and can also drive two or more shafts by one air cylinder 44 through a bracket.

[0028] According to this operation gestalt, an air cylinder 44 is driven at the time of process development, and by adjusting the distance of a nozzle 54 and a wafer 30, since it can ask for the location optimal as an injection location of raw gas, while being able to shorten time amount required for process development, cost can be reduced. Furthermore also in each process, supply of the optimal raw gas is attained.

[0029] Moreover, in this operation gestalt, it can prevent beforehand that the membrane formation performance degradation and the defective accompanying the uneven gas supply resulting from the blinding of a nozzle 54 are generated under supervising the total flow of raw gas in each process. Furthermore, by taking the conductance ratio of the reservoir section and a nozzle large enough, raw gas can be supplied to homogeneity to a wafer 30, and the membrane formation engine performance uniform enough can be obtained.

[0030] Moreover, since the nozzle 54 was fixed to the cyclic plate 40 free [attachment and detachment], while being able to shorten the time amount which exchange of a nozzle 54 takes, it can contribute to improvement in a throughput.

[0031]

[Effect of the Invention] While being able to ask for the location optimal as an injection location of raw gas in each process according to this invention since the distance of a raw gas feed hopper and a processing object was adjusted to the distance of arbitration as explained above, it can ask for the optimal raw gas location at the time of process development, and cost can be reduced while being able to shorten time amount required for process development.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is important section drawing of longitudinal section of the plasma treatment equipment in which 1 operation gestalt of this invention is shown.

[Drawing 2] It is the sectional view showing the relation between a nozzle and a cyclic plate.

[Drawing 3] It is drawing for explaining the conductance ratio of a nozzle and the reservoir section.

[Drawing 4] It is the configuration explanatory view of pressure-control mold mass flow meter.

[Description of Notations]

10 Plasma Treatment Room
16 Reaction Chamber
18 Waveguide
22 Coil
24 Inner Chamber
28 Substrate Electrode
30 Wafer
38 Guide
40 Cyclic Plate
44 Air Cylinder
54 Reservoir Section
64 Nozzle
70 Gas Bomb
72 Pressure-Control Mold Mass Flow Meter
76 FUROMETA
90 Control Unit

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-26190

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月29日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 5 H 1/46

H 0 5 H 1/46

C

C 2 3 C 14/54

C 2 3 C 14/54

B

16/44

16/44

D

16/50

16/50

C 2 3 F 4/00

C 2 3 F 4/00

A

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-179637

(22) 出願日

平成9年(1997) 7月4日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 石黒 浩二

茨城県日立市国分町一丁目1番1号 株式

会社日立製作所国分工場内

(72) 発明者 瀬戸山 英嗣

茨城県日立市国分町一丁目1番1号 株式

会社日立製作所国分工場内

(72) 発明者 関 博文

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株

式会社日立製作所電力・電機開発本部内

(74) 代理人 弁理士 鶴沼 辰之

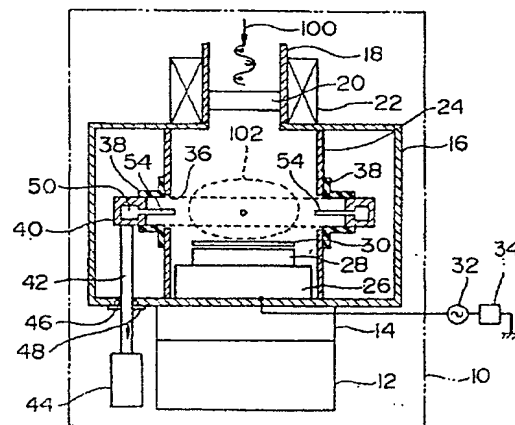
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 処理ガス供給口と処理対象との距離を可変にすること。

【解決手段】 反応室16内のインナーチャンバ24内にはウエハ30が配置されているとともに、輪状板40、ノズル54を介して処理ガスが導入されている。さらにインナーチャンバ24には導波管18に導入されたマイクロ波にコイル22によって磁場が与えられたマイクロ波100が照射され、電離プラズマ102が生成されるようになっている。電離プラズマ102と処理ガスとの反応によってウエハ30上に成膜が堆積する。ここで、エアシリンダ44を往復動すると、ノズル54が上下動し、ノズル54とウエハ30との距離が任意の値に調整される。



- 10 プラズマ処理室
- 16 反応室
- 18 導波管
- 22 コイル
- 24 インナーチャンバ
- 44 エアシリンダ
- 50 ガス溜部

【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理ガスを貯留するとともに処理対象を収納する真空容器と、前記真空容器に真空容器の軸方向に沿って移動可能に配置されて処理ガス供給口から前記真空容器内に処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、前記真空容器内に電磁波と照射するとともに電磁波に磁場を与えて前記真空容器内に前記処理ガスのプラズマを生成させるプラズマ生成手段と、前記処理ガス供給手段を移動させて前記処理対象と前記処理ガス供給口との距離を調整する処理ガス供給口調整手段とを備えているプラズマ処理装置。

【請求項2】 処理ガス供給手段は前記真空容器の壁面に沿って真空容器の軸方向に往復動可能に配置されており、処理ガス供給口調整手段は前記処理ガス供給手段を前記真空容器の壁面に沿って真空容器の軸方向に往復駆動する駆動手段を備えている請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】 処理ガス供給口から真空容器内に供給される処理ガスの供給量を監視してその総量の変化から前記処理ガス供給口の目詰まりを検出する目詰まり検出手段を備えている請求項1または2記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】 処理ガス供給手段は、前記真空容器の壁面に沿って環状に形成され処理ガス源からの処理ガスを導入する環状の処理ガス導入路と、環状の処理ガス導入路に分散して接続されて処理ガス導入路内の処理ガスを真空容器内に噴射する複数のノズルから構成されており、処理ガス導入路のコンダクタンスと各ノズルのコンダクタンスとの比は各ノズル相互のコンダクタンス比よりも十分に大きい値に設定されている請求項1、2または3記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】 複数のノズルは環状の処理ガス導入路の壁面に締結部材により着脱自在に固定されている請求項4記載のプラズマ処理装置。

【請求項6】 環状の処理ガス導入路を有する環状板を往復駆動する駆動手段を有することを特徴とする請求項4記載のプラズマ処理装置。

【請求項7】 環状の処理ガス導入路を有する環状板が締結部材により着脱自在に固定されていることを特徴とする請求項4記載のプラズマ処理装置。

【請求項8】 複数のノズルをそれぞれ固定する締結部材は、軸状の固定部を有し、前記固定部の処理ガス導入路との接合側がテーパ状のねじ部で構成され、前記固定部の軸心にはノズル挿入口と、ノズル挿入口と処理ガス導入路とを結ぶオリフィスとが形成されている請求項4または5記載のプラズマ処理装置。

【請求項9】 複数のノズルは絶縁物に相当する材質のもので構成されている請求項4、5または8記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プラズマ処理装置に係り、特に、半導体製造工程のうち、プラズマエッチングやイオンドーピング、プラズマCVD成膜、スパッタ成膜などのプラズマを用いて処理する工程において、例えば、成膜時および非成膜材のクリーニング時に最適な処理ガスを真空容器内に供給するに好適なプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】プラズマ処理装置としては、例えば、特開平8-882205号公報に記載されているものなどが知られている。従来、この種のプラズマ処理装置においては、真空容器（チャンバー）内に処理ガスを供給するとともに、真空容器内に電磁波を照射するとともに電磁波に磁場を与えて真空容器内に処理ガスのプラズマを生成し、シリコン基板上に絶縁膜、例えば SiO_2 を成膜したり、あるいは処理ガスとしてクリーニング用のガス、 NF_3 を用いて真空容器内にフラジカルを発生させて、真空容器の壁面に付着した絶縁物を取り除いたりすることが行われている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】プラズマ処理装置としては、常により早い処理速度、より高い均一な処理性能（成膜性能、クリーニング性能）、メンテナンス時間の低減、スループットの向上が求められている。しかし、従来技術では、処理ガスの供給口が1か所もしくは複数個所に設けられているが、いずれの供給口も固定されているため、各プロセスにおいて、処理ガス供給口（ノズル）の位置を最適な位置に配置することが不可能である。特に、プロセス開発時、最適な処理ガスの位置を求めるためには、処理ガス供給口の位置が異なれば多数の真空チャンバーを準備して実験を繰り返す必要があり、プロセス開発に必要な時間と費用が膨大なものになる。また処理ガス供給口の位置が固定されていると、特に複数の処理ガス供給口をメンテナンスによって交換するのに時間を要し、ランニングコストが高くなる。

【0004】本発明の目的は、真空容器内に処理ガスを供給する処理ガス供給口の位置を可変にすることができるプラズマ処理装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明は、処理ガスを貯留するとともに処理対象を収納する真空容器と、前記真空容器に真空容器の軸方向に沿って移動可能に配置されて処理ガス供給口から前記真空容器内に処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、前記真空容器内に電磁波と照射するとともに電磁波に磁場を与えて前記真空容器内に前記処理ガスのプラズマを生成させるプラズマ生成手段と、前記処理ガス供給手段を移動させて前記処理対象と前記処理ガス供給口との距離を調整する処理ガス供給口調整手段とを備えているプ

ラズマ処理装置を構成したものである。

【0006】前記プラズマ処理装置を構成するに際しては、以下の要素を付加することができる。

【0007】(1) 処理ガス供給手段は前記真空容器の壁面に沿って真空容器の軸方向に往復動可能に配置されており、処理ガス供給口調整手段は前記処理ガス供給手段を前記真空容器の壁面に沿って真空容器の軸方向に往復駆動する駆動手段を備えている。

【0008】(2) 処理ガス供給口から真空容器内に供給される処理ガスの供給量を監視してその総量の変化から前記処理ガス供給口の目詰まりを検出する目詰まり検出手段を備えている。

【0009】(3) 処理ガス供給手段は、前記真空容器の壁面に沿って環状に形成され処理ガス源からの処理ガスを導入する環状の処理ガス導入路と、環状の処理ガス導入路に分岐して接続されて処理ガス導入路内の処理ガスを真空容器内に噴射する複数のノズルから構成されており、処理ガス導入路のコンダクタンスと各ノズルのコンダクタンスとの比は各ノズル相互のコンダクタンス比よりも十分に大きい値に設定されている。

【0010】(4) 複数のノズルは環状の処理ガス導入路の壁面に締結部材により着脱自在に固定されている。

【0011】(5) 環状の処理ガス導入路を有する環状板を往復駆動する駆動手段を有する。

【0012】(6) 環状の処理ガス導入路を有する環状板が締結部材により着脱自在に固定されている。

【0013】(7) 複数のノズルをそれぞれ固定する締結部材は、軸状の固定部を有し、前記固定部の処理ガス導入路との接合側がテーパ状のねじ部で構成され、前記固定部の軸心にはノズル挿入口と、ノズル挿入口と処理ガス導入路とを結ぶオリフィスとが形成されている。

【0014】(8) 複数のノズルは絶縁物に相当する材質のもので構成されている。

【0015】前記した手段によれば、処理ガス供給手段を移動させて処理対象と処理ガス供給口との距離を調整するようにしたため、処理ガス供給口の位置を任意の位置に調整することができ、各プロセスにおいて最適な処理ガスの供給が可能になる。

【0016】また処理ガス供給口から真空容器内に供給される処理ガスの供給量を監視してその総量の変化から処理ガス供給口の目詰まりを検出するようにしているため、目詰まりに起因する不均一なガス供給による成膜性能の低下および不良品が発生するのを未然に防止することが可能となる。またさらに処理ガス導入路のコンダクタンスと各ノズルのコンダクタンスとの比は各ノズル相互のコンダクタンス比よりも十分大きな値に設定しているため、処理対象に対して処理ガスを均一に供給することができ、十分に均一な成膜性能を得ることができる。またノズルは締結部材によって着脱自在に固定されているため、ノズルの交換に要する時間が短縮され、メンテ

ナンス時間の低減を図ることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。

【0018】図1は本発明の一実施形態を示すプラズマ処理装置の要部縦断面図である。図1において、プラズマ処理装置はプラズマ処理室10を備えており、プラズマ処理室10内には排気ポンプを備えた排気部12が設けられている。排気部12上にはゲート弁14を介して反応室16が設けられている。反応室16の上部側には鉛直方向に沿って配置された導波管18が接続されており、導波管18内には誘電体20が装着され、導波管18の外側にはコイル22が装着されている。

【0019】反応室16内の中央部には円筒上に形成されたインナーチャンバ24が収納されている。このインナーチャンバ24は反応室16の床から天井に渡って配置され、真空容器として内部が真空状態に保たれている。インナーチャンバ24内の底部側にはホルダ26が固定されており、ホルダ26上には基板電極28が固定され、基板電極28上には処理対象となるウェハ30が載置されている。基板電極28は高周波バイアス電源32を介してマッチングボックス34に接続されている。

【0020】インナーチャンバ24の壁面にはノズル挿入用のスリット36が周方向に沿って複数個形成されている。スリット36近傍のインナーチャンバ24外周面には複数個のガイド38がインナーチャンバ24の軸方向に沿って往復動可能に固定されている。各ガイド38はL型形状に形成されており、各ガイド38の先端側には円環状の輪状板40が固定されている。輪状板40の底部側の一端にはシャフト42を介してエアシリンダ44が接続されている。シャフト42はその一部が反応室16の壁面から反応室16外に突出され、反応室16外に配置されたエアシリンダ44に接続されている。そしてシャフト42の中ほどは、リング46を介してブラケット48によって反応室16の壁面に往復動自在に支持されている。エアシリンダ44は駆動手段として、シャフト42を介して輪状板40をインナーチャンバ24の軸方向に沿って往復動できるようになっている。すなわちエアシリンダ44とシャフト42は輪状板40を往復動する処理ガス供給口調整手段として構成されている。

【0021】輪状板40の内部には処理ガス導入路を構成する円環状のガス溜め部50が形成されている。ガス溜め部50の外周側の一部は処理ガスを貯留するガスポンプに接続されており、ガス溜め部50の内周側には複数のノズル54が周方向に沿って配置されている。各ノズル54は、図2に示すように、ノズル固定金具52を介して輪状板40に着脱自在に固定されている。ノズル固定金具52は、締結部材として、固定部56を有し、固定部56の端部にはテーパ状のねじ部58が形成

され、このねじ部58がガス溜め部50のねじ部と締結されて輪状板40に着脱自在に固定されている。この固定部56の内部にはノズル挿入口58と、オリフィス60が軸方向に沿って形成されている。ノズル挿入口58はオリフィス60を介してガス溜め部50と連通しており、ノズル挿入口58にノズル54の後端側が装着されている。固定部56の先端側外周のねじ部にはノズル固定金具64が締結されており、固定部56の先端にはオリフィス62が装着されている。ノズル54はオリフィス62を介してノズル固定金具64によって固定部56に着脱自在に固定されている。各ノズル54の先端側には処理ガス供給口66が形成されており、各ノズル54は各スリット36からインナーチャンバ24内に挿入されている。そして各ノズル54の処理ガス供給口66からは、ガスポンペから早急される処理ガスが噴射されるようになっている。すなわちガイド38、輪状板40、ノズル固定金具52、64、ノズル54は処理ガス供給手段として構成されている。

【0022】またオリフィス60は直径0.5ミリ(mm)、長さ20ミリ程度の細長い筒状に形成されており、ガス溜め部50は、断面約5×5ミリ、長さ約1200ミリに形成されており、ガス溜め部50のコンダクタンス(流路抵抗の逆数)と、オリフィス60を含むノズル54のコンダクタンスとの比を大きくすることでウエハ30に均一なガスが供給できるようになっている。すなわち、ガス溜め部50のコンダクタンスと各ノズル54のコンダクタンスとの比をノズル相互のコンダクタンスよりも十分に大きくすることで、ガス溜め部50内に貯留された処理ガスが各ノズル54に均一に供給できるようになっている。この場合、図3に示すように、輪状板40の内周に設けられたノズル54の数を n とし、ガスポンペ(ガス導入口)に最も近くに位置するノズル54より噴射されるガス流量を Q_1 とし、最も遠くに位置するノズル54より噴射されるガス流量を Q_n とした場合、流量比 Q_n/Q_1 は図3(b)に示すような特性となる。図3では、ノズル54の長さを L とし、 L をパラメータとして、ノズル数 n と流量比 Q_n/Q_1 との関係を計算して特性図で表わしている。ここで、例えば、1周あたりのノズル数を20本程度と考えると、 $L=20$ ミリで、流量比 Q_n/Q_1 は99%以上の均一性が得られる。

【0023】また輪状板40は、図4で示すように、処理ガス供給管68を介してガスポンペ70に接続されている。処理ガス供給管68の管路途中には圧力制御型マスフローメータ72、弁74が設けられている。圧力制御型マスフローメータ72はフローメータ76、圧力計78、変換器80、比例演算器82、ドライブ84、可変流量バルブ86を備えて構成されている。圧力制御型マスフローメータ72は、反応室16内の圧力が所望の圧力となるように、基準圧力と測定値との差を求め、

この差を0に抑制するためにフィードバック信号を生成し、このフィードバック信号によってバルブ86の開度を制御するようになっている。具体的には、処理ガス供給口68の圧力を圧力計78で計測し、この計測値を変換器80で電気信号に変換し、比較演算器82において変換器80の出力信号と基準値とを比較し、測定値と基準圧力との差に応じたフィードバック制御信号をドライブ84に出力するようになっている。そしてドライブ84の駆動によるフィードバック信号に応じてバルブ86の開度が調整され、反応室16内の圧力が所望の圧力を保つようになっている。また処理ガス供給管68内の処理ガスの流量を検出するフローメータ76の検出出力は流量-電気変換器88を介して制御装置92に供給されている。制御装置90では、変換器88の出力信号を入力し、入力した信号を基に処理ガス供給管68を流れる処理ガスの総流量と基準値とを比較し、総流量(総量)の変化から、すなわち、総流量が基準値を越えたときにはアラームを出力してノズル交換時期をユーザに知らせるようになっている。すなわちフローメータ76、変換器88、制御装置90はノズル54の目詰まりを検出する目詰まり検出手段として構成されている。

【0024】上記構成において、導波管18からマイクロ波100が導入され、このマイクロ波100が誘電体20を介してインナーチャンバ24内に照射されると、マイクロ波100にはコイル22による磁場が与えられ、電子サイクロトロン共鳴(ECR)境界条件以上の磁場強度領域で、インナーチャンバ24内の処理ガスが共鳴励起されて多量の電子がインナーチャンバ24内に放出される。電子の放出によりインナーチャンバ24内に電磁プラズマ102が形成され、インナーチャンバ24内の処理ガスと反応して反応成膜物がウエハ30上に堆積する。このときガスポンペ70から、処理ガスとして SiH_4 (シラン)が供給され、他のガスポンペから O_2 が供給されると、 $SiH_4 + O \Rightarrow SiO_2 + H_2O$ の反応が生じ、 SiO_2 による成膜がウエハ30上に順次堆積する。なお、このとき基板電極28には高周波バイアス電源32から高周波電力が導入されているため、バイアス成膜が行われる。

【0025】ECRプラズマの場合、ウエハ30とECR面、ノズル54の処理ガス供給口66とウエハ30との位置関係は成膜性能、デバイスダメージに大きな影響を与える。そこで、本実施形態においては、各プロセスにおいてエアシリンダ44を移動させてノズル54のノズル供給口66とウエハ30との距離を調整するとともに、コイル22の通電量を変化させて磁場強度を任意に変化させるようにしているため、各プロセスで最適なECR面の位置を設定できるとともに、ECR領域近傍に処理ガスを供給することで、処理ガスの分解を能率的に行うことが可能となり、成膜性能の向上に寄与することができる。

【0026】一方、処理ガスとしてNF₃を用いたクリーニングプロセスでは、成膜時に付着したインナーチャンバ24壁面の石英等の付着物を均等かつ迅速に除去する必要があるため、Fラジカルをインナーチャンバ24内に均一に発生させる必要がある。すなわち、クリーニング時においても、ノズル54の処理ガス供給口66の位置が成膜時と同じであると、Fラジカルはウエハ30近傍に滞在したあと、排気部12の排気ポンプによって反応室16内に迅速に排気されるが、インナーチャンバ24の壁面に滞在する率は低下する。そこで、本実施形態では、ノズル54の処理ガス供給口66の位置を成膜時よりもウエハ30上の方にするために、エアシリンダ44の駆動によってノズル54を成膜時よりも上の方に移動させることとしている。これにより、インナーチャンバ24内にはFラジカルをインナーチャンバ24内に均一に発生させることができ、インナーチャンバ24の壁面に付着した石英などの付着物を均等かつ迅速に除去することができる。

【0027】前記実施形態においては、エアシリンダ44のシャフト42のシール方法として、リング46を用いたものを示しているが、シール方法としては、リング46の代わりに、ペロータイプ、VCOなどのねじタイプのものを用いることもできる。また輪状板40とシャフト42との固定は1か所のみでなく、シャフト42を複数個設け、複数個のシャフトを、ブラケットを介して1個のエアシリンダ44で駆動することもできる。

【0028】本実施形態によれば、プロセス開発時に、エアシリンダ44を駆動して、ノズル54とウエハ30との距離を調整することで、処理ガスの噴射位置として最適な位置を求めることができるため、プロセス開発に必要な時間を短縮することができるとともに、コストを低減することができる。さらに各プロセスにおいても最適な処理ガスの供給が可能となる。

【0029】また本実施形態では、各プロセスにおいて処理ガスの総流量を監視することで、ノズル54の目詰まりに起因する不均一なガス供給に伴う成膜性能の低下および不良品が発生するのを未然に防止することができる。さらに、ガス溜め部とノズルのコンダクタンス比を十分に大きくとることで、処理ガスをウエハ30に対し

て均一に供給することができ、十分に均一な成膜性能を得ることができる。

【0030】またノズル54を輪状板40に着脱自在に固定するようにしたため、ノズル54の交換に要する時間を短縮することができるとともに処理能力の向上に寄与することができる。

【0031】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、処理ガス供給口と処理対象との距離を任意の距離に調整するようにしたため、各プロセスにおいて処理ガスの噴射位置として最適な位置を求めることができるとともに、プロセス開発時においても最適な処理ガス位置を求めることができ、プロセス開発に必要な時間を短縮できるとともにコストを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示すプラズマ処理装置の要部縦断面図である。

【図2】ノズルと輪状板の関係を示す断面図である。

【図3】ノズルとガス溜め部のコンダクタンス比を説明するための図である。

【図4】圧力制御型マスフローメータの構成説明図である。

【符号の説明】

- 10 プラズマ処理室
- 16 反応室
- 18 導波管
- 22 コイル
- 24 インナーチャンバ
- 28 基板電極
- 30 ウエハ
- 38 ガイド
- 40 輪状板
- 44 エアシリンダ
- 54 ガス溜め部
- 64 ノズル
- 70 ガスポンプ
- 72 圧力制御型マスフローメータ
- 76 フローメータ
- 90 制御装置

(72)発明者 村上 元
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
式会社日立製作所日立研究所内